

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-127410

(43)Date of publication of application : 09.05.2000

(51)Int.Cl.

B41J 2/06  
B41J 2/205

(21)Application number : 10-305350

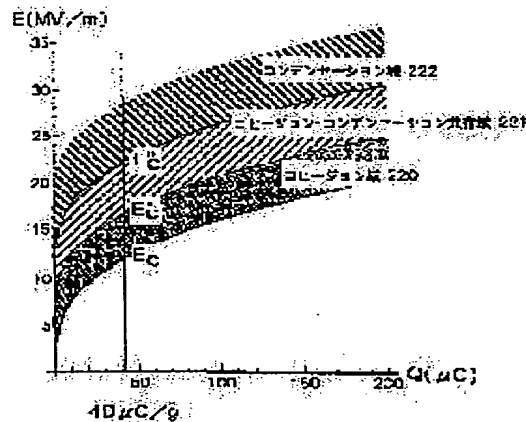
(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 27.10.1998

(72)Inventor : RI AKIRA  
SHINOHARA HIDEKI  
FUJIWARA SHIGETAKA  
IMAZEKI SHUJI  
YONEKURA SEIJI  
NAGAE KEIJI

## (54) PRINTER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform recording with high fineness and high gradation at a high speed.**SOLUTION:** When an electric field in a cohesion region 220 is applied to a tip of a discharge electrode, spherical pigment aggregates fly from the tip of the discharge electrode. In this case, a period of ink discharge is relatively long, but fine pixels can be formed on a recording medium because no excessive charged-pigment particles fly from the tip of the discharge electrode. When an electric field in a condensation region 222 is applied to the tip of the discharge electrode, hemispherical or thick-walled shell-like pigment aggregates fly from the tip of the discharge electrode. In this case, an ink solvent containing charged-pigment particles also flies together with the hemispherical or the thick-walled shell-like pigment aggregates and, accordingly, pixels having density higher than that of the pixels formed in the case where the electric field in the cohesion region 220 is applied, can be recorded at a high speed. Such an electric field in the condensation region 222 is suitable for solid recording.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY



(3)

と、(2)各吐出電極と対向電極との間にパルス電界を印加するパルス電界印加手段を有し、さらにそのパルス電界印加手段が、パルス電圧およびパルス幅を変化させることによって印刷ドット直径を変化させる制御手段を有すること、(3)各吐出電極の側面に、それぞれ、インクの流れをガイドする仕切り部材を設け、その仕切り部材の先端(前記インク液滴が流出する先端)が接合されていること、(4)各吐出電極の先端に電極が集中するように、各吐出電極の先端が三角形に形成されており、その先端の角が90度以下、好ましくは30度〜70度であること、(5)のうちの少なくとも1つの条件を満たすことにより、前記インクに含まれている帯電顔料粒子を前記吐出電極の先端部で凝集させ、当該帯電顔料粒子の凝集体を含むインク液滴を形成させる。

[0008]前記インクは、(1)前記帯電顔料として、単位質量当りの電荷量10〜200 mC/gかつ粒子半径0.1〜5 μmの電荷量を2〜10 vol%含有すること、(2)位置量当りの電荷量または粒子径が互いに異なる帯電顔料粒子を少なくとも2種類含有すること、のうちの少なくとも1つの条件を満たすことが望ましい。

[0009]

[発明の実施の形態]以下、添付の図面を参照しながら、本発明に係る実施の一形態について説明する。

[0010]まず、本実施の形態に係るインク飛翔原理について説明する。但し、ここでは、説明の便宜上、帯電顔料粒子を含むインクが書かれたオリフィス内に吐出電極11aが1本だけ配置された簡略化モデル(図8参照)を用いることとする。

[0011]概要は、図24に示すように、プリンター装置の吐出電極の先端からインク液滴を飛翔させることができる。電極には、インク液滴の飛翔形態の異なる3つの領域が存在することであり、その詳細は、以下の通りである。

[0012]パルス電圧発生装置13からのパルス電圧が吐出電極11aに印加されると、図9に示すように、吐出電極11a側から対向電極10側に向かう電場が発生する。ここでは、先端の鋭利な吐出電極11aを用いているため、その先端付近に最も強い電場が発生している。このような電場が発生すると、図10に示すように、インク液滴中の個々の帯電顔料粒子1aは、それぞれ、この電場から及ぼされる力F<sub>E</sub>によってインク液面に向かって移動する。これにより、インク液面付近の顔料濃度が濃縮される。そして、図11に示すように、インク液面付近に凝集した帯電顔料粒子1aが、電極の反対側によせられて凝集しはじめる。そして、インク液面付近に顔料凝集体1が球状に成長しはじると、個々の帯電顔料粒子1aには、それぞれ、この顔料凝集体1からの静電反発力F<sub>con</sub>が作用しはじめる。すなわち、図々

$$E_{con} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{nq}{S^2} \quad \dots(2)$$

[0018]ここで、πは、円周率であり、εは、インク液滴の誘電率であり、qは、式(3)により表される帯電顔料粒子1個あたりの電荷量である(以下の式において同じ)。

[0019]

[数3]

の帯電顔料粒子1aには、それぞれ、顔料凝集体1からの静電反発力F<sub>con</sub>と、パルス電圧による電場Eからの力F<sub>E</sub>との合力F<sub>total</sub>が作用する。したがって、帯電顔料粒子間の静電反発力が互いの凝集力を超える範囲内においては、顔料凝集体1に向いた合力F<sub>total</sub>が作用する帯電顔料粒子1a(吐出電極11aの先端と顔料凝集体1の中心とを結ぶ直線上にある帯電顔料粒子1a)に電界から及ぼされる力F<sub>E</sub>が、顔料凝集体1からの静電反発力F<sub>con</sub>を上回れば(F<sub>E</sub> > F<sub>con</sub>)、顔料凝集体1aは顔料凝集体1に成長する。このことより、以下のようにして、インク液面付近に形成される球状の顔料凝集体1の半径R<sub>con</sub>を算出することができる。

[0019]顔料凝集体1の形状を完全な球と仮定すると、n個の帯電顔料粒子1aの体積の割合(充填率)である顔料凝集体1の体積と、帯電顔料粒子1個あたりの体積との間には、式(1)で表される関係がある。

[0019]

[数1]

$$\alpha \frac{4\pi}{3} R^3 = n \frac{4\pi}{3} r^3 \quad \dots(1)$$

[0015]ここで、αは、顔料凝集体1の体積に対するn個の帯電顔料粒子1aの体積の割合(充填率)である(以下の式において同じ)。一定容積内に任意形状の物を詰め込んだ場合の充填率は50%〜90%であるから、本実施の形態に係るインク飛翔原理によって吐出電極から飛翔するインク液滴の充填率も50%〜90%となる。例えば面立方結晶構造(FCC)の場合の充填率は74%である。

[0016]また、n個の帯電顔料粒子1aによって形成されている顔料凝集体1の電荷によって、この顔料凝集体1の中心から距離Sの位置に生じる電場E<sub>con</sub>は、式(2)によって表される。

[0017]

[数2]

[0018]ここで、πは、円周率であり、εは、インク液滴の誘電率であり、qは、式(3)により表される帯電顔料粒子1個あたりの電荷量である(以下の式において同じ)。

[0019]

[数3]

5

数3

$$q = \frac{Qp}{I} = \frac{4}{3} \pi Q p r^3 \quad (\mu C) \quad \dots(3)$$

[0020]ここで、Qは、帯電顔料粒子1aの単位質量当りの電荷量であり、ρは、帯電顔料粒子1aの密度であり、rは、帯電顔料粒子1aの半径である(以下の式において同じ)。

[0021]そして、顔料凝集体1が成長するために、その顔料凝集体1に帯電顔料粒子1aが接触したとき、パルス電圧による電場Eから帯電顔料粒子1aが\*

数4

$$f_{con} - f_E = qE_{con} - qE = 0 \quad \dots(4)$$

[0023]ここで、接触状態における帯電顔料粒子1aと顔料凝集体1との距離Sが、顔料凝集体1の半径R<sub>con</sub>に等しいと考えれば、式(1)、式(2)、式(3)および式(4)から、顔料凝集体1の半径R<sub>con</sub>を表す式(5)を導出することができる。

[0024]

[数5]

$$R_{con} = 4\pi \epsilon \frac{3}{4\pi} \frac{E}{Qp\rho} \quad \dots(5)$$

[0025]この式(5)を参照すれば、インク液面付近に形成される顔料凝集体1の半径R<sub>con</sub>が、パルス電圧によって発生する電場Eに比例することが判る。例えば、式(3)のパラメータε、Q、ρ、αに以下の代表的データを代入して、それによって得られたR<sub>con</sub>とEとの関係をグラフ化(図12)すれば、このことは数式的にも確認することができる。

[0026]Q: 1.0 (μC/g) 及び 4.0 (μC/g) ※

[0027]E: 10 (kV/cm) ※

[0028]R<sub>con</sub>: 10 (μm) ※

[0029]α: 0.7 ※

[0030]ρ: 1.4 (g/cm<sup>3</sup>) ※

[0031]p: 1 (μm) ※

[0032]E: 10 (kV/cm) ※

[0033]R<sub>con</sub>: 10 (μm) ※

[0034]α: 0.7 ※

[0035]ρ: 1.4 (g/cm<sup>3</sup>) ※

[0036]p: 1 (μm) ※

[0037]E: 10 (kV/cm) ※

[0038]R<sub>con</sub>: 10 (μm) ※

[0039]α: 0.7 ※

[0040]ρ: 1.4 (g/cm<sup>3</sup>) ※

[0041]p: 1 (μm) ※

[0042]E: 10 (kV/cm) ※

[0043]R<sub>con</sub>: 10 (μm) ※

[0044]α: 0.7 ※

[0045]ρ: 1.4 (g/cm<sup>3</sup>) ※

[0046]p: 1 (μm) ※

[0047]E: 10 (kV/cm) ※

[0048]R<sub>con</sub>: 10 (μm) ※

[0049]α: 0.7 ※

[0050]ρ: 1.4 (g/cm<sup>3</sup>) ※

[0051]p: 1 (μm) ※

[0052]E: 10 (kV/cm) ※

(4)

6

\* 受ける力F<sub>E</sub>が、顔料凝集体1と帯電顔料粒子1aとの間に働く静電反発力F<sub>con</sub>以上にならないなければならない。すなわち、顔料凝集体1の成長開始条件は、顔料凝集体1に帯電顔料粒子1aが接触したときに、式(4)を満たすことである。

[0022]

[数4]

※ ρ: 1.4 (g/cm<sup>3</sup>)

α: 0.7

1/(4·π·ε): 8.98774×10<sup>9</sup> (C<sup>-2</sup>·N·m<sup>2</sup>)と、n個の帯電顔料粒子1aから形成された顔料凝集体1は、図13に示すように、パルス電圧による電場Eから静電反発力F<sub>E</sub>を受け、インク液面10から拘束力F<sub>esc</sub>を受けている。パルス電圧による電場Eからの静電反発力F<sub>E</sub>は、顔料凝集体1の半径Rの三次関数(7)で表され、インク液面10からの拘束力F<sub>esc</sub>は、顔料凝集体1の半径Rの一次関数(6)で表される。なお、それぞれのグラフを図14に示してお

[0027]

[数6]

数6

F<sub>esc</sub> = 2πRv

... (6)

[0028]

[数7]

数7

FE = nqE = 4/3 · π · Q · ρ · E · α · R<sup>3</sup>

... (7)

[数8]

数8

R<sub>esc</sub> = 3V / 2αQpE

... (8)

[0032] さらに顔料凝集体1が成長し、静電反発力F<sub>E</sub>が拘束力F<sub>esc</sub>を上回ると、図15に示すように、顔料凝集体1は、インク液面100aから脱出する。すな

90

(6)

7  
 わ、顔料凝集体1は、数式(8)により表される半径R<sub>esc</sub>(以下、これを脱出半径R<sub>esc</sub>と呼ぶ)以上に成長するとインク溶媒100から飛翔する。この数式(8)を参照すれば、顔料凝集体1の脱出半径R<sub>esc</sub>が、パルス電圧によって発生する電場Eの平方根√Eに反比例することになる。例えば、数式(8)のパラメータν、α、Q、ρに以下の代表的データ(図18)を代入し、それによって得られたR<sub>esc</sub>とEとの関係をグラフ化(図18)すれば、このことは直線的にも確認することができる。

$$\begin{aligned} & \alpha: 0.7 \\ & Q: 1.0 (\mu\text{C/g}) \text{ 及び } 4.0 (\mu\text{C/g}) \\ & \rho: 1.4 (\text{g/cm}^3) \end{aligned} \quad \text{数9}$$

以上の結果より、吐出電極11aの先端から顔料凝集体\*

$$E_c = \left( \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right)^{\frac{2}{3}} \left( \frac{3}{2} \nu Q \rho \alpha \right)^{\frac{1}{3}} \quad \dots(9)$$

[0035] そして、吐出電極11aの先端に第一間置電場E<sub>c</sub>を印加し続けると、図18に示すように、吐出電極11aの先端から顔料凝集体1が適当な周期(c)〜(f)で繰り返し飛翔する。なお、図18に示した現象は、後述のコヒーレンス域(図24の220)の下部で生じる。

[0036] 吐出電極11aの先端の電場をさらに高めると、帯電顔料粒子1の凝集力および凝集速度が高まると共に顔料凝集体1の脱出半径R<sub>esc</sub>が小さくなるため、図19に示すように、より小さな顔料凝集体1がより短周期(c)〜(e)に繰り返し飛翔するようになる。なお、図19に示した現象は、後述のコヒーレンス域(図24の220)の上部で生じる。

[0037] そして、吐出電極11aの先端の電場が第一間置電場E<sub>c</sub>の約1.5倍を超えると、帯電顔料粒子1aの凝集力および凝集速度がかなり大きくなり、図11に示した球状の顔料凝集体1と共に、図20に示すような、吐出電極11a側に尾を引いた半球状もしくは肉厚な半球状の顔料凝集体190が成長し始める。このように半球状の顔料凝集体190の背面側に糸状に曳出電極11aの先端から飛翔するための最小電場(以下、第二間置電場E<sub>c</sub>と呼ぶ)は、顔料凝集体190の形状を半球と仮定すれば、第一間置間置電場E<sub>c</sub>と同様の計算手順に従って導出することができる。例えば、図17のグラフを作成するために用いたパラメータ値(ν: 2.0 dyn/cm, α: 0.7, Q: μC/g, ρ: 1.4 g/cm<sup>3</sup>)と同じパラメータ値を用いて、顔料凝集体190の半径R<sub>esc</sub>および脱出半径R<sub>con</sub>を電場Eで表した数式をそれぞれ算出すれば、図21に示すように、これら2つの数式が表すグラフの交点として第

(6)

9  
 ようにインク溶媒100が切断されず連続的に飛翔するのは、インク溶媒100を切断しようとする表面張力による圧力Pが、インク溶媒100内部に含まれている帯電顔料粒子1a間の静電反発力によって相殺されているためである。インク溶媒100の表面張力γによる圧力Pは、数式(10)により表される。

$$\begin{aligned} & \text{【数10】} \\ & P = \frac{\gamma}{r} \quad \dots(10) \end{aligned}$$

ここで、rは、インク溶媒100の端面の半径である。

[0043] 以上説明したインク飛翔原理をまとめると、以下の通りである。

[0044] 吐出電極11aの先端からインク液滴を飛翔させることができる電場域は、図24に示すように、以下の3つに大別することができる。

[0045] 1つは、第一間置電場E<sub>c</sub>から第二間置電場E<sub>m</sub>までのコヒーレンス域220であり、この電場域内では、インク液滴として、図11に示した球状の顔料凝集体1だけが飛翔する。また、インク吐出周期は比較的長い。吐出電極11aの先端から余分な帯電顔料粒子が飛翔しないため、微細な面素を顔料凝集体上に形成することができ、このようなコヒーレンス域220は高精細に適用している。

[0046] 残りの2つは、第二間置電場E<sub>m</sub>以上の電場域に属している。そのうちの1つは、図20に示した半球状または肉厚シェル状の顔料凝集体190だけが飛翔するコンデンセンション域222であり、もう1つは、コヒーレンス域220からコンデンセンション域222に遷移するまでのコヒーレンス・コンデンセンション共存域221である。コンデンセンション領域222では、吐出電極11aの先端から、半球状または肉厚シェル状の顔料凝集体190と共に、帯電顔料粒子を含むインク溶媒も飛翔するため、コヒーレンス域220より大きな面素を高速に記録することができ、このようなコンデンセンション領域222は比較的大きな電場に適用している。

[0047] そこで、本実施の形態では、ここで示した3つの電場域のうちの2つ、すなわち、コヒーレンス域220およびコンデンセンション域222を利用することによって、プリンター装置に3種類の記録モード(コヒーレンス域220を利用するコヒーレンスモード、コンデンセンション域222を利用するコンデンセンションモード)を持たせるとして、以下、そのプリンター装置の全体構成について説明する。但し、ここでは、図1の便上、ライン型のモノクロプリンターを例に挙

10

[0048] 本プリンター装置の筐体内部には、図1に示すように、低誘電体材料(アクリル樹脂、セラミック等)で形成されたライン型対向電極ヘッド11、記録ヘッド11のインク吐出口に對向するように配設された金属ド11のインク吐出口に對向するインク供給系、記録画像または高誘電体製の対向電極10、非誘電性のインク媒体に帯電顔料粒子を分散させたインクを蓄えておくためのインクタンク12、インクタンク12と記録ヘッド11との間でインクを循環させるインク循環系、記録画像の1面素を形成するインク液滴を引くためのパルス電圧を各吐出電極11aにそれぞれ印加するためのパルス電圧発生装置13、画像データに応じてパルス電圧発生装置13を制御する駆動回路(不図示)、記録ヘッド11と対向電極10との間に設けられた前縁に記録媒体Aを通過させる記録媒体搬送機構(不図示)、装置全体を制御するコントローラ(不図示)等が収容されている。

[0049] さて、インク循環系は、記録ヘッド11とインクタンク12との間をつなぐ2本のパイプ15a、15b、コントローラの制御によって駆動される2台のポンプ14a、14bによって構成されている。そして、記録ヘッド11にインクを供給するためのインク供給系と、記録ヘッド11からインクを回収するためのインク回収系とに分けられている。インク供給系では、インクタンク12内からインクがポンプ14aで吸い上げられ、それがパイプ15aを介して記録ヘッド11のインク供給部(図2および図3の20a)へと圧送される。

一方、インク回収系では、記録ヘッド11のインク回収部(図2および図3の20b)からインクがポンプ15bで吸引され、それがパイプ15bを介してインクタンク12へと強制的に回収される。

[0050] そして、記録ヘッド11には、図2および図3に示すように、インク供給系のパイプ15aから送り込まれたインクをライン幅に広げるインク供給部20a、インク供給部20aからのインクを山形に導くインク流路21、インク流路21とインク回収系のパイプ15bとをつなぐインク回収部20b、インク流路21の頂上部を対向電極10側に開放する適当な幅(約0.2mm)のスリット状インク吐出口22、所定のピッチ(約0.2mm)でインク吐出口22内に配列された上面の吐出電極11a、各吐出電極11aの両側および上面にそれぞれ配置された低誘電体膜(例えば、セラミック製の仕切り壁23が設けられている。各吐出電極11aは、種々のよい顔料付着防止用低誘電体膜(例えば、ポリミド膜)が形成されている。また、各吐出電極11aの先端は、三角形状に形成されており、それれが適当な長さ(70μm〜80μm)だけインク吐出口22から対向電極10側に向かって突き出している。

[0051] そして、駆動回路が、コントローラの制御に応じて、2種類の記録モード(第一制御部、第二制御部

番号)のうちの何れかを、画像データに含まれている階調データに応じた時間だけパルス電圧発生回路13に与え、パルス電圧発生回路13は、その制御信号の電圧値に応じた電圧ストロップのバルス $V_p$ をバイアス電圧 $V_b$ にのせた高電圧信号、すなわち、図5(a)に示すようなコンデンセーション域の電場を発生させる最小電位 $V_c$ を超えるパルスストロップのバルス $V_p$ ののせた高電圧信号、または、図5(b)に示すようなコンデンセーション域の電場を発生させる最小電位 $V_c$ を超えるパルスストロップのバルス $V_p$ ののせた高電圧信号を吐出電極11aに印加する。なお、パルス電圧発生回路13は、互いに異なる電圧位置を発生する2つのパルス電圧、駆動回路からの制御信号号に応じた電位をスイッチングするスイッチング回路14、スイッチング回路14にバイアス電圧 $V_b$ を印加するバイアス電源等から構成されており、駆動回路からパルス電圧発生回路13に第一制御信号が入力された場合には、その入力中、スイッチング回路が、第一パルス電源からの電位をバイアス電圧 $V_b$ に重畳して出力し、駆動回路からパルス電圧発生回路13に第二制御信号が入力された場合には、その入力中、スイッチング回路が、第二パルス電源からの電位をバイアス電圧 $V_b$ に重畳して出力するようになる。

【0,0,5,2】そして、コントロールは、画像データが転送されてくると、インク補填系の2台のポンプ14a、14bを駆動させる。これにより、インク供給部20aからインクが圧送されると共にインク回収部20bが負圧となり、図4に示すように、インク流路を流れているインクが、各仕切り壁23の隙間を毛細管現象で這い上がり、各吐出電極11aの先端にまで濡れ広がる。このとき、各仕出電極11aの先端付近のインク液面には負圧がかけられているため、各仕出電極11aの先端には、それぞれ、インクが形成される。さらに、コントロールは、配線基板上の導線路を制御すると共に、駆動回路を制御して所定の方向に配線基板上を送ると共に、駆動回路を制御することによって、吐出電極11aとの間に前述の2種類の高電圧信号のうちのを何れかを印加する。これにより、コヒーレンスモーションモードまたはコンデンセンションモードの何れかをモード指定が行われる。

【0,0531】なお、図1に示した構成は、本実施の形態に係る、インク飛翔原理を利用するプリンター装置として、の必要最小限のものである。したがって、他の構成をさらに付加して構わない。例えば、図6(b)に示すように、各吐出電極11aの両側にそれぞれ補助電極60を設け、各吐出電極11a間の電気的相互作用を相殺するように、各吐出電極をこれらの補助電極60にかけるようにすれば、互いに隣接する吐出電極11aに同時に高電圧印加された場合、面差角度を高くするためにバルブ番号が印加された高電圧の吐出電極11aの先頭部からインク液滴が飛翔してしまいう等)を回避すること

とができる。このような補助電極60は、各吐出電極1-1-aの両側に設けられた仕切り壁23を傾倒体とし、その中間層として配置することができる。

【0054】また、図1においては、1枚の対向電極110をアークに接続したはばり部210だけであるが、図6(a)に示すように、金塊または溶融状態の対向電極611を各吐出電極11aの毎にそれぞれ設け、対向電極611の電位と吐出電極11aの電位とを同極性制御するようすれば、インク液滴の飛翔を促進することができる。また、図7に示すように、各対向電極61に印刷すべきパルス電圧のパルス幅を、飛翔中のインク液滴が記録媒体上1に到達するまでの時間を加味して定めれば、インク液滴の飛び散りを防止することができる。

【0055】また、本実施の形態では、互いにパルススト  
ップ電位が異なる2種類のパルスをバイアス電圧に重畳  
させているが、パルスストップ電位をより細かく制御する  
ようにすれば、より高階調な記録を実現することができ  
る。さらにパルス偏置電圧を行えば、より高階調な記録を  
実現できることは言うまでもない。

【0056】最後に、本実施の形態に係るプリンター装置への使用に適したインクについて説明する。

【0057】前述の第一閥電極E<sub>1</sub>は、インク液面付近で球状顔料凝集体および半球状顔料凝集体190を吐出せしめる必要最小限の電圧である。この程度の電圧で吐出電極11aの先端に印加したため、図1に示すように顔料凝集体1が吐出半徑まで成長する間が長く、吐出電極11aの先端からのインク吐出間隔が10秒以上となり、充分な記録速度を得ることができない。充分な記録速度を得るには、吐出電極11aの先端の電圧を第一閥電極E<sub>1</sub>よりもさらに強け(第一閥電極E<sub>1</sub>の1.2倍〜1.5倍程度)、吐出電極11aの凝集体おおよそ吐出電極11aの先端から約1μmの飛翔距離を増加させる必要がある。このことによって、図1に示すように吐出電極11aの先端から顔料凝集体1の飛翔距離を増加させる必要はないところから、吐出電極11aの先端の電圧を強くするには、少なくとも第一閥電極E<sub>1</sub>の電圧を強くすればよい。

【0056】そこで、式(9)を検討すると、第一閉電  
 磁電場 $E_1$ が、インク溶媒の表面張力 $\gamma$ の三乗根 $\gamma^{1/3}$ に比  
 例すると示すこと、すなわち、インク溶媒の表面張力を抑制  
 すれば、それに伴って第一閉電磁場 $E_1$ が抑制されるこ  
 とは必ずしも成り立たない。このことから、インク溶媒の表面張力を低  
 下させることが有効であることが導き出せる。例えば、物理的にはイ  
 オン性インク媒体に適していると考えられる有機溶剤の表面張力を低  
 下させることが有効である。また、質的的な観点からインク媒体へ  
 の使用が望まれる水(但し、本発明の形態の場合には、

非導電性を確保するため純水の表面張力は、 $25^{\circ}\text{C}$  において  $72.5\text{ dyn/cm}$  であるが、非イオン性界面活性剤の添加により  $20\text{ dyn/cm}$  まで抑制される。なお、界面活性剤の添加は、インクの適当な粘度を確保する上でも有用である。

【0,059】さらに式(9)を検討すると、第一閉電圧 $E_1$ は、帯電顆粒粒子1 a の単位質量当りの電荷量 $Q$ の三乗根 $\sqrt[3]{Q}$ に比例すること、すなわち、帯電顆粒粒子1 a の単位質量当りの電荷量 $Q$ を抑制すれば、それに応じて第一閉電圧 $E_1$ が抑制されることが判る。例えば、式(9)のパラメータ数式 $v, \alpha, \rho$ に前述の代表的データを入力して、それによって得られた $Q$ と $E_1$ との関係をグラフ化(図25)すれば、このことは規制的に確認することができ、充分な記録速度を得るためにに適合させることができる。

すなわち、吐出電圧11 a の印加に第一閉電圧 $E_1$ の1.2倍～1.5倍程度の電圧を加える必要がありことを考慮すれば、吐出電圧11 a の先給が急激形状(三角峻形状)である場合にパワー導体を使用しないですむのは、図25において、第一閉電圧 $E_1$ が約20 MV/cm以下の場合、すなわち、インク中の帯電顆粒粒子1 a の単位質量当りの電荷量 $Q$ が200 C/g以下の場合作質する。これを超えれば、吐出電圧11 a に最低でも6 kV～12 kV程度の電圧の印加が必要となり、パワー導体を必要とせざるを得なくなる。したがって、低コストで充分な記録速度を得るには、インク中の帯電顆粒粒子1 a の単位質量当りの電荷量 $Q$ を約200 C/g以下にする必要がある。しかし、帯電顆粒粒子1 a の単位質量当り、帯電顆粒粒子1 a が集束し、一定速度のインク流路等で帯電顆粒粒子1 a が凝集し、一定速度のインク流路等の静電反発力が小さすぎて、(1)インクタンクやインクが循環しなくなる、(2)インク流路等で目詰りを起こし、インク吐出安定性が低下する、(3)帯電顆粒粒子1 a の応答速度が低下し、記録速度が低下する等の不具合が生じ、特に帯電顆粒粒子1 a の単位質量当りの電荷量 $Q$ が10 C/gより小さくなると、このような不具合が生じやすくなる。そこで、低コストで充分な記録速度の確保および上記不具合(1)(2)(3)の発生回避の双方を達成できる範囲、すなわち、10 C/g以上200 C/g以下の範囲で、インクに分散させざるべき帯電顆粒粒子1 a の単位質量当り電荷量 $Q$ を定める必要がある。

【0060】また、インク中の帯電顔料粒子1aの半径が小さくなれば、電荷顔料粒子1個当たりの電荷量が小さくなり、帯電顔料粒子相互の静電反発力が小さくなるため、帯電顔料粒子1aの単位質量当りの電荷量Qが小さすぎると同様に、帯電顔料粒子1aの半径が0.1μmより小さくなると、そのような不具合が生じる可能性がある。したがって、帯電顔料粒子1aの半径rが大きいとき、インク溶液から受ける抵抗が大きくなる。

り、イオン溶液中における帯電顆粒粒子1aの移動速度が低下するため、記録速度が低下する。とくに帯電顆粒粒子1aの半径 $r$ が5 $\mu\text{m}$ よりも大きくなると、記録速度の低下が顕著となる。そこで、記録速度の低下を達成および上記下記不具合(1)~(2)~(3)の発生回避を達成することで、イオンに分散させる帯電顆粒粒子1aの半径 $r$ を定める必要がある。

[0061] なお、帯電顆粒粒子1aの静電反発力が小さいために起こる、画素形成(1)~(2)~(3)をより効果的に防止するには、面状形成に寄与する上記帯電顆粒粒子1aのほかに、イオン凝結への帯電顆粒粒子1aの付着・凝集を防止する1種類または2種類以上の帯電顆粒粒子、例えば、帯電顆粒粒子1aよりも電荷量が大きい帯電顆粒粒子、または、帯電顆粒粒子1aよりも粒子径が大きい帯電顆粒粒子を50vol%未満分散させればよ

【0062】また、インク中の帯電顔料粒子の割合は、約2%~10%であることが望ましい。ここで、インク中の帯電顔料粒子の割合を10v.1%以下としているのは、インク中の帯電顔料粒子の割合がこの値を超えるとは粘度が過剰に大きくなり応答速度が悪くなるためである。一方、インク中の帯電顔料粒子の割合を約2v.1%以上としたのは、インク中の帯電顔料粒子の割合を約2v.1%以下とすれば、以下に示すように約1~10KHz程度の応答周波数を実現することができなくなる。図26に示すように、帯電顔料粒子1aを非電性インク溶媒に2v.1%未満分散させたインクが2枚の電極板260a、260b間に投入された状態で、1kVの電源261のON・OFFを繰り返すと、それぞれの帯電顔料粒子1aは、静止したインク溶媒100中でせいで0.1~2mm/sec程度で電氣移動する。この程度の電氣移動速度では、約1~10KHz程度の応答周波数を実現することはできない。ところが、インク中の帯電顔料粒子1aの割合を約2v.1%以上とした場合には、インク中に生じた顔料速度差によってインク溶媒100に複数の渦が発生し、帯電顔料粒子1aは、この渦の渦核にのって、約1~10KHz程度の応答周波数を実現可能な程度に高速移動するようになる。

例えれば、単位質量あたりの電荷量 $40\mu\text{C/g}$ 、密度 $1.4\text{g/cm}^3$ 、半径 $0.25\mu\text{m}$ の成分系帯電顔料粒子を有線材料中に4%分散させたインクの場合、当初、図2のインク溶液槽における帯電顔料粒子1 $\alpha$ の分布は、図7Aに示すように一様であるが、1kVの電圧印加されると、その電位差を打ち消すべく、図8に示すように変化する。この変化過程において、帯電顔料粒子1 $\alpha$ は、以下のように移動する。インク溶液槽における帯電顔料粒子五の分布には、ある程度のバラツキがある。ここから強電場印加が分かれますと、顔料濃度の大小といふこと以外によってインク溶液槽に偏が生ずる。

(9)

15

【0063】なお、本実施の一形態に係るプリンター装置に使用するインクは、以上挙げた条件を満たすように調整されているものであることが望ましいが、そのうちの少なくとも一つを満たすように調整されているものであっても構わない。

【0064】また、図2において、各仕切り壁23の先端を鋭利な三角形とすると共に、吐出電極11aの両側の仕切り壁23の両端を、先端にいくにしたがって徐々に放つてゆくことにより、吐出電極11aの先端にインク液滴が集中するようにすることができる。このように、仕切り壁23の先端を鋭利なものにすることで、仕切り壁23の先端を平坦にしたものについて、いずれも、20チャネルのものを得た。実際には、記録媒体の幅に応じて、100〜数千チャネルにも形成する。

本実施の一形態においては、仕切り壁23で形成される出口のスリット幅は、 $5\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ と変えることができ、仕切り壁23の全幅は、 $30\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ と変えることができる。各吐出電極11aの先端は三角形形状を有し、その先端角は約60度である。また、各吐出電極11aは、Cu、Ag、Au等の導線(膜厚約20 $\mu\text{m}$ )であり、仕切り壁23は、ポリイミドであり、基板は、ガラス基板である。図29および図30は、仕切り壁23の先端部を三角形にしたプリンター装置によって印刷した黒インクの印刷ドットの拡大図である。図29は、パルス幅を1.0msとした場合の印刷ドットの拡大図であり、図30は、パルス電圧を1.8Vとした場合の印刷ドットの拡大図である。なお、インクは、帯電量40 $\mu\text{C/g}$ 、顔料粒子径約0.5 $\mu\text{m}$ 、溶剤アイソナーGであり、バイアス電圧は1.0ms、対向電極間隔は1.0mmである。

【0065】これらの図に示すように、パルス電圧およびパルス幅を変えることによって、印刷ドットの径を大きくしたり、小さくしたりすることができる。さらに、連続した塗りつぶし印刷をすることもできる。特に、本実施の一形態では、印刷ドットの大部分を $3\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ 程度にまで小さくすることができ、極めて鮮明な記録面像を得ることができた。これにより、印刷ドットは、10 $\mu\text{m}$ 以下の細かい粒子の集まりによって形成され、より鮮明な印刷が可能となる。

【0066】

【発明の効果】本発明によれば、インク吐出安定性が高く、しかも高速に高精細・高解像度記録をすることができ、プリンター装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係るプリンター装置の概略構成図である。

【図2】本発明の実施の一形態に係る記録ヘッドの斜視図である。

【図3】本発明の実施の一形態に係る記録ヘッドおよびインク循環系の断面図である。

16

【図4】本発明の実施の一形態に係る記録ヘッドの吐出電極先端部の部分図である。

【図5】本発明の実施の一形態に係る記録ヘッドの吐出電極に印加される電圧波形図である。

【図6】(a)は、本発明の実施の一形態に係る対向電極の概略構成図であり、(b)は、本発明の実施の一形態に係る記録ヘッドの電極配置図である。

【図7】(a)は、本発明の実施の一形態に係る記録ヘッドの吐出電極に印加される電圧波形図であり、(b)は、本発明の実施の一形態に係る対向電極に印加される電圧波形図である。

【図8】記録ヘッド部を簡略化したモデル図である。

【図9】図8の吐出電極の先端付近の2次元電場解析図である。

【図10】図8の吐出電極の先端付近の拡大図である。

【図11】インク液面付近で成長した球状帯電顔料粒子が受ける力を説明するための図である。

【図12】図8の吐出電極の先端の電場と、球状顔料粒子の半径との関係を示した図である。

【図13】図8の吐出電極の先端付近の拡大図である。

【図14】球状顔料粒子が受ける力と、その半径との関係を示した図である。

【図15】球状顔料粒子の周期的飛行過程を示した図である。

【図16】図8の吐出電極の先端の電場と、球状顔料粒子の放出半径との関係を示した図である。

【図17】球状顔料粒子の飛行開始点である第一関値電場を説明するための図である。

【図18】球状顔料粒子の周期的飛行過程を示した図である。

【図19】球状顔料粒子の周期的飛行過程を示した図である。

【図20】図8の吐出電極の先端付近の拡大図である。

【図21】半球状顔料粒子の飛行開始点である第二関値電場を説明するための図である。

【図22】半球状顔料粒子の周期的飛行過程を示した図である。

【図23】半球状顔料粒子の周期的飛行過程を示した図である。

【図24】吐出電極の先端の電場を、顔料粒子の飛行形態により分類した図である。

【図25】単位質量あたりの帯電顔料粒子の電荷と、第一関値電場との関係を示した図である。

【図26】インク液路内における帯電顔料粒子の運動を説明するためのモデル図である。

【図27】インク液路内における帯電顔料粒子の運動を説明するためのモデル図である。

【図28】インク液路内における帯電顔料粒子の運動を説明するためのモデル図である。

【図29】パルス幅1.0msで印刷した印刷ドットの

(10)

17

拡大図である。

【図30】パルス電圧1.8Vで印刷した印刷ドットの拡大図である。

【符号の説明】

1…顔料凝集体  
1a…帯電顔料粒子  
10…対向電極  
11…記録ヘッド  
11a…吐出電極  
12…インクタンク  
13…パルス電圧発生装置  
14a、14b…ポンプ  
15a、15b…パイプ  
20a…インク供給部  
20b…インク回収部  
21…インク流路  
22…スリット状インク吐出口  
23…仕切り壁  
60…補助電極  
61…対向電極  
100…インク媒体

【図1】

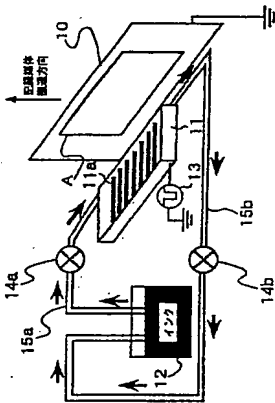
【図2】

【図3】

【図4】

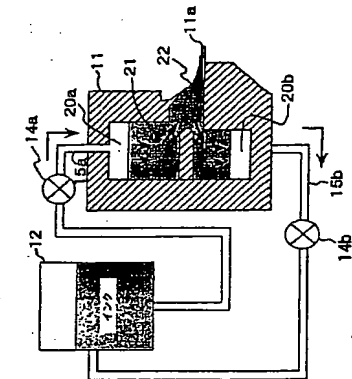
【図5】

【図6】

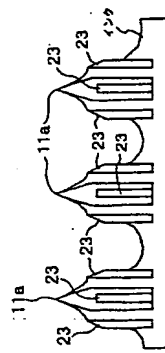


【図3】

【図4】



【図4】





(13)

【図15】

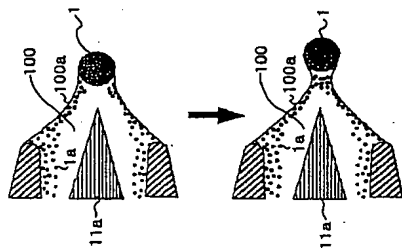
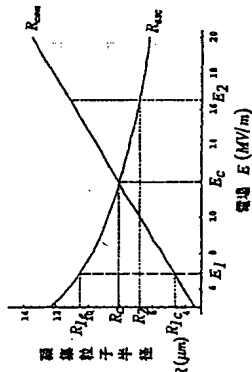


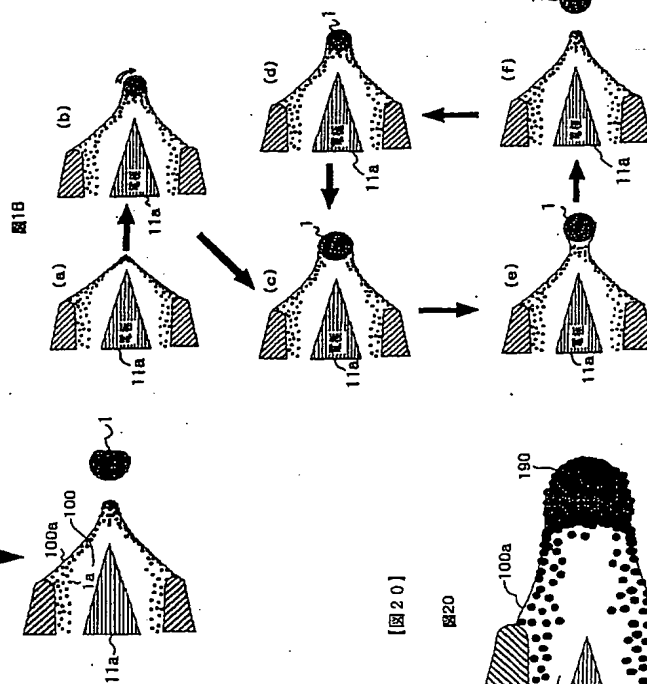
図15

【図17】

図17



【図18】



【図20】

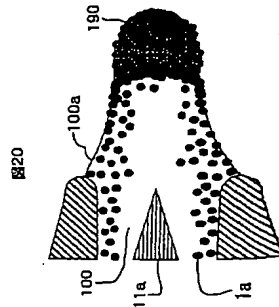
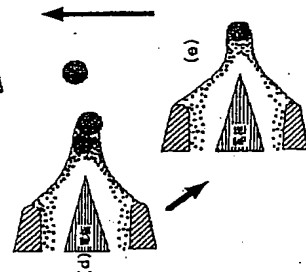
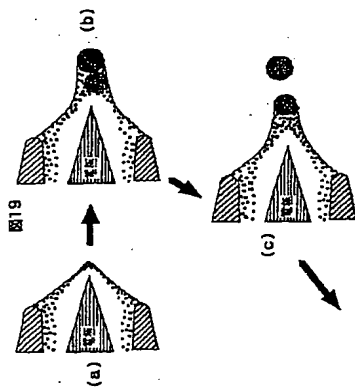


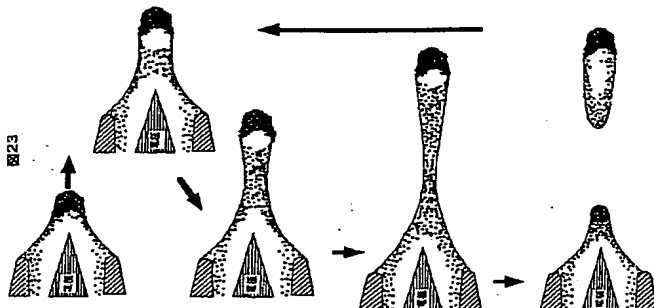
図20

(14)

【図19】

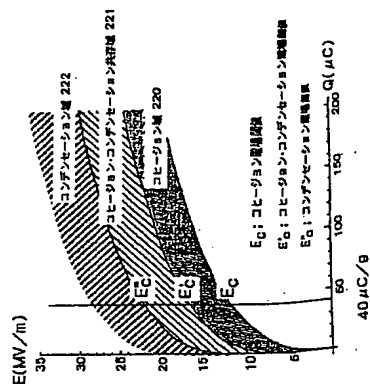


【図23】



【図24】

図24

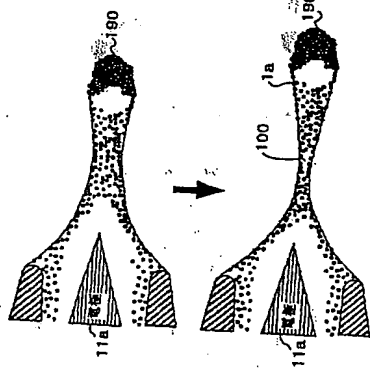




(15)

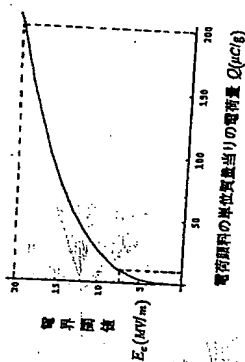
【図22】

図22



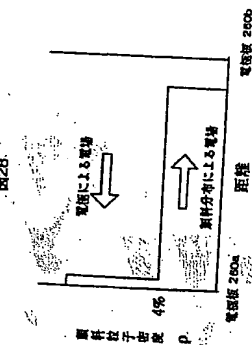
【図25】

図25



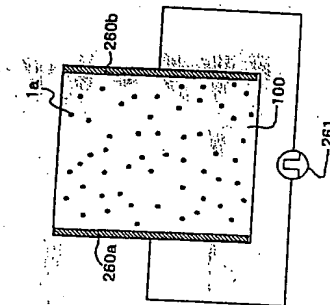
【図28】

図28



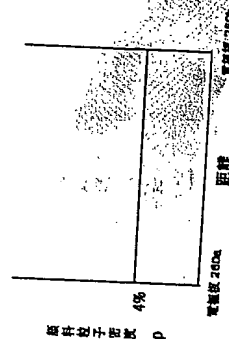
【図26】

図26



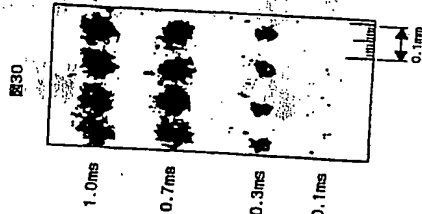
【図27】

図27



(16)

【図30】



フロントページの続き

(72)発明者 藤原 重隆

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 今岡 周治

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 米倉 清治

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 長江 盛治

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

Fターム(参考) 2C057 AP21 AC22 AH07 AM21 AM22

BD05 DB01 DC15

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**